Spixiana	1	1	17—26	München, 1. August 1977	ISSN 0341-8391

Die geographische Variabilität von Flugzeit und Augengröße der Megalophanes viciella-Gruppe
(Lepidoptera, Psychidae)

Von Wolfgang Dierl

Zoologische Staatssammlung München

Abstract

Within the distribution area of the *Megalophanes viciella*-group the size of the eyes decreases from SE to NW, strongly correlated with the eye index AI and rather good correlated with the geographic latitude. It is assumed that the local climate depending on the latitude determines the time of activity, in the north where the animals are living on humid places with cold nights the activity is in the afternoon, towards the south the activity is in the evening, or, living on steppes in the Balcan and in Anatolia, the activity is in the night. Depending on the different amount of light which is present at different times of the day, of which a minimum amount is required for orientation, the eyes are of different size.

Statistics proof two different groups, AI $>$ 100 and AI $<$ 90 at about 50° north. The first one falls into two subgroups, AI = 100—105 and AI = 105—115, which are considered to be distinct subspecies: *Megalophanes stetinensis* (Hering, 1846) and *M. stetinensis viadrina* (Staudinger, 1871). The second group also can be parted into two, AI $>$ 80 and $<$ 75, the first one living on humid ground and activity in the evening, *Megalophanes viciella* ([Denis et Schiffermüller], 1775), the second living on steppes with activity in the night, *M. viciella orientalis* ssp. n.

1. Einleitung

Die beiden als Arten aufzufassenden Taxa *Megalophanes viciella* ([Denis und Schiffermüller], 1775) und *M. stetinensis* (Hering, 1846) zeigen in ihrer Verbreitung sowohl in der Augengröße als auch in der Flugzeit eine signifikante Variabilität, die Beziehungen zur geographischen Breite aufweist. In einer früheren Arbeit (Dierl 1970) konnte gezeigt werden, daß die Tageszeit der Flugaktivität der Psychiden sehr spezifisch ist und mit der Augengröße in Beziehung steht. Hier erweist sich der von Bourgogne (1965) eingeführte Augenindex als wertvolles Hilfsmittel.

Für *M. viciella* ergibt sich, daß in ihrem Verbreitungsgebiet die Flugzeit von Nord nach Süd vom Nachmittag über die Abenddämmerung in die Nacht verschoben wird und damit zusammenhängend die Augen nach Süden immer größer werden, wodurch der Augenindex abnimmt. Parallel dazu verhält sich *M. stetinensis* in ihrem NO-europäischen Areal, wo sie nachmittags aktiv ist und kleine Augen aufweist.

Es soll Aufgabe dieser Arbeit sein, die oben erwähnten Beziehungen mit statistischen Berechnungen klar darzustellen.

2. Danksagung

Material wurde erstmals mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Wien, in Süd- und Ostbayern zusammengetragen, um die in der Literatur immer wieder erwähnte Parthenogenese dieser Arten zu untersuchen. Das Ergebnis verlief hier negativ. Große Hilfe leistete Herr W. SCHÄTZ in Paitzkofen bei Straubing. Später kam verschiedenes Material zur Bestimmung, unter anderem von Herrn P. HÄTTENSCHWILER in Uster, Schweiz, und schließlich lag Material aus dem Naturhistorischen Museum, Wien, der Landessammlung für Naturkunde, Karlsruhe, dem Museum Alexander KOENIG, Bonn, und der Zoologischen Staatssammlung, München, vor. Den dort wirkenden Kollegen und den genannten Herren sei herzlich gedankt. Besonderer Dank gilt dem Kollegen Dr. H. FECHTER, der bei den statistischen Problemen beriet.

3. Material und Methode

Für die Messungen an den Augen wurde die Umgebung derselben soweit entschuppt, daß die Umrisse klar erkennbar waren. Die nötigen Messungen wurden sodann mit dem Meßokular bei gleichbleibender Vergrößerung durchgeführt. Gemessen wurden folgende Größen (vgl. Abb. 1):

a = kleinster Augenabstand
D = größter Augendurchmesser (gemessen parallel zur Grundfläche der Augenkalotte)
d = kleinster Augendurchmesser (gemessen wie oben)
Spw = Spannweite bei normal präparierten Tieren.

Daraus errechnet sich der Augenindex als relativer Augenabstand $AI = \frac{a}{D} \cdot 100$.

Die Augenfläche wird als mittlere Grundfläche annähernd ermittelt nach der Formel $F = \left(\frac{d + D}{4}\right)^2 . \pi$. Die hier angegebenen Teilstrichgrößen entsprechen 1 Teilstrich = 0,033 mm, was bei einer Umrechnung der Flächenwerte = 0,0011 mm^2 ist.

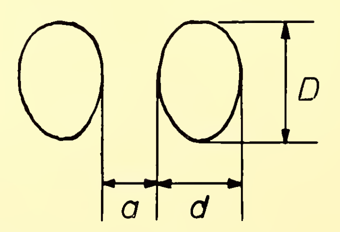


Abb. 1: Schematische Darstellung der gemessenen Werte. a = kleinster Augenabstand, d = kleinster Augendurchmesser, D = größter Augendurchmesser.

Die üblichen statistischen Werte wurden nach DAVID (1954) auf Normalverteilung und nach WEIR (1960) auf Signifikanz der Mittelwertunterschiede geprüft, Korrelation und Regression nach den üblichen Methoden.

Die Angaben über die Flugzeit stammen teils aus eigenen Untersuchungen mittels Anflugversuchen, teils aus Literaturangaben. Folgende Daten wurden festgestellt:

Nordostdeutschland, Polen und westliche Sowjetunion: Flugzeit nachmittags im Sonnenschein (KOZHANTSHIKOV 1956, URBAHN 1972).

Bayern: Späte Dämmerung 20.30—21.09, 3.—9. 7. 1963. Bei Massenvermehrung tritt offensichtlich eine Störung auf, da die Tiere schon am Nachmittag aktiv sind (Murnauer Moos, HINTERHOLZER, mündliche Mitteilung).

Balkan und Anatolien: Nachts mittels Lichtfang gesammelt (Mitteilungen verschiedener Sammler).

4. Liste der ermittelten Daten

Statistisch verwertet werden nur Serien mit Ausnahme der Berechnung der Regression und Korrelation, die auf allen Werten beruht. Außerdem wird die geographische Breite einbezogen.

Die Zeichen bedeuten:

n	=	Zahl der untersuchten Exemplare
F	=	Augenfläche in Teilstrichen
x	=	Mittelwert
s	=	Streuung
m	=	Abweichung des Mittelwertes
R/S	=	Größe zur Prüfung auf Normalität nach DAVIS
Br°	=	nördliche Breite

Fundort	n	F	x	s	m	R/s	n	AI. 100	s	Br°
Türkei Akshehir	7		435,6	66,1	25,0	2,79	23	72,0	5,5	38
Istanbul	1	510,5					1	68,0		41
Türkei Lüleburgas	1	471,2					1	57,0		41
Bulgarien Sliven	4		476,5	32,8	16,0		4	62,5	3,4	43
Rumänien Cibingeb.	3		336,2	41,1	23,7		3	82,6	7,4	45
Ungarn Zentral-	7		358,6	22,3	8,4	2,91	7	64,3	7,2	47
Pest	1	397,5					1	80,0		47
Plattensee	10		279,6	31,6	10,0	2,75	10	84,4	7,8	47
Herzegowina Vucia bara	1	437,2					1	85,0		44

Fundort	n	F	x	s	m	R/s	n	AI. 100	s	Br°
Serbien										
Boljevac	1	498,5					1	76,0		44
Slovenien										
Porec	1	297,5					1	86,0		45
Kernatal	3		215,0	33,1	19,1		5	89,2	11,4	46
Italien										
Torbole	1	347,5					1	83,0		46
Österreich										
Kärnten	5		306,5	41,4	18,5		5	81,2	10,2	47
Umg. Wien	8		282,0	32,9	11,6	2,32	8	83,4	5,4	48
Mühlviertel	1	330,0					1	74,0		48
Bayern										
Murnau	1	314,0					1	100,0		48
Leutstetten	5		243,2	20,3	9,1		5	86,2	5,3	48
Straubing	6		268,6	13,3	5,4	2,24	6	82,3	3,4	49
N-Deutschland										
Berlin	1	283,4					1	91,0		53
Dresden	2	240,0					2	100,0		51
		277,2						88,0		
Schlesien	3	253,7					3	90,0		51
		297,5						86,0		
		253,7						86,0		
Stralsund	6		230,0	28,0	11,4	2,32	6	101,0	3,4	54
Mähren										
Schönberg	1	301,5					1	107,0		50
UdSSR										
Kiev	1	297,5					1	100,0		50
Tschernikov	1	380,0					1	87,0		51
Krim	1	422,5					1	87,0		45
Kisslovodsk	1	380,0					1	84,0		44
N-Böhmen										
Liebenau	1	213,7					1	115,0		51
Schlesien	16		190,3	28,7	7,2	3,54	17	108,0	9,5	51
Pommern	1	177,5					1	112,0		54
UdSSR										
Kaluga	1	188,7					1	111,0		55

Die Prüfung der Serien auf Normalverteilung ergab nach David folgende Werte mit zugeordneten Schranken bei 10 % Wahrscheinlichkeit.

Fundort	R/s	Schranken bei 10 %
Akshehir	2,79	2,49—3,14
Z.-Ungarn	2,91	2,49—3,14
Plattensee	2,75	2,76—3,57
Wien	2,32	2,59—3,31
Straubing	2,24	2,37—2,94
Schlesien	3,54	3,12—4,09
Stralsund	2,32	2,37—2,94

Obwohl nicht alle Serien gut zu sichern sind, muß doch von einer Normalverteilung ausgegangen werden. Darauf basierend wurden die Mittelwerte nach WEIR auf Signifikanz der Unterschiede geprüft, die bei einer Sicherung von 5 % einen Quotienten von $Q \geqq 2$ fordert. Als Bezugspunkt wurde Wien gewählt, da von dort das älteste nominelle Taxon stammt.

Vergleichsorte	Q
Wien — Akshehir	7,28
Wien — Z.-Ungarn	6,50
Wien — Plattensee	keine Signifikanz ($Q < 1$)
Wien — Straubing	keine Signifikanz ($Q < 1$)
Wien — Stralsund	5,21
Wien — Schlesien	13,45
Stralsund — Schlesien	3,80
Z.-Ungarn — Plattensee	6,19

Um zu prüfen, ob Augenfläche und Augenindex in gleicher Weise aussagekräftig sind, wurden die beiden Werte auf lineare Korrelation geprüft. Diese ergab sich zu $r = -0{,}91$.

Diese Korrelation wurde aus Werten des Taxons *viciella* errechnet; die des Taxons *stetinensis* geben eine eigene Korrelation mit einer Kurve gleicher Steigung, aber verschiedener Höhe. Die Begründung für die Teilung der beiden Taxa wird in der Diskussion gegeben (vgl. Fig. 2).
Mittelwerte der Flügelspannweite

Mittelwerte der Flügelspannweite

Fundort	n	x	s
Anatolien, Akshehir	5	21,94	0,62
Bulgarien, Sliven	4	21,22	0,74
Rumänien, Cibingebirge	3	21,10	0,96
Zentralungarn	8	20,59	1,04

Fundort	n	x	s
Kärnten	5	21,44	1,14
Wien	9	20,54	1,00
Südbayern, Leutstetten	5	19,50	1,00
Ostbayern, Straubing	5	19,34	0,77
Schlesien	17	17,70	1,08

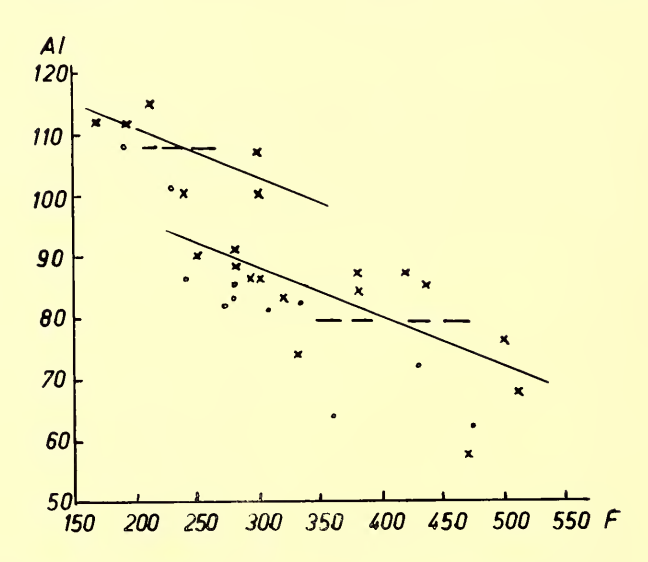


Abb. 2: Korrelation von Augenindex (AI · 100) und Augenfläche (F). Kreuze bedeuten Mittelwerte bei mehreren Exemplaren eines Fundorts, Punkte Einzelwerte. Obere Linie: *stetinensis*-Gruppe, untere Linie *viciella*-Gruppe. Die unterbrochenen Linien zeigen die Grenzen zwischen den Untergruppen an, von oben nach unten: ssp. *viadrina*, *stetinensis*, *viciella*, ssp. *orientalis*.

5. Diskussion

Die Auswertung der Messungen weist auf, daß mehrere signifikant verschiedene Populationen vorliegen, die eine bestimmte geographische Anordnung zeigen. So nimmt der Augenindex von Süd nach Nord oder besser von Südost nach Nordwest zu und das heißt, daß die damit gut korrelierte Augengröße entsprechend abnimmt. Die graphische Darstellung (Abb. 2) und die Berechnung der Korrelation zeigen zwei gut unterscheidbare Populationsgruppen mit einem Grenzbereich des Augenindex zwischen 90 und 100. Dieser Zweiteilung liegt eine geographische Grenzlinie zugrunde, die etwa von Sachsen über Nordböhmen und Oberschlesien durch die Ukraine nach Osten verläuft (50° n. Br.). Nördlich davon gibt es nur Exemplare mit kleinen Augen und einer Aktivitätszeit, die am Nachmittag liegt. Die Schlüpfzeit dieser Tiere ist nach Urbahn (1972) recht unregelmäßig, zeigt aber ein Maximum am Vormittag bis zum frühen Nachmittag.

Die Populationen südlich der geographischen Grenze haben große Augen und fliegen abends oder nachts. Die Tiere schlüpfen nach SCHÄTZ (1955) und eigenen Beobachtungen am späten Nachmittag mit einem Maximum um 19 Uhr. Exemplare aus dem Grenzbereich sind leider sehr spärlich, es liegen aber aus Sachsen 2 und aus Schlesien 3 Exemplare vor, die der südlichen Gruppe angehören, aber mit der nördlichen Gruppe sympatrisch sind. Setzt man voraus, daß diese Tiere abends fliegen, so liegt eine tageszeitliche Isolation gegenüber der nördlichen Gruppe vor und ein Genfluß wird damit unterbunden.

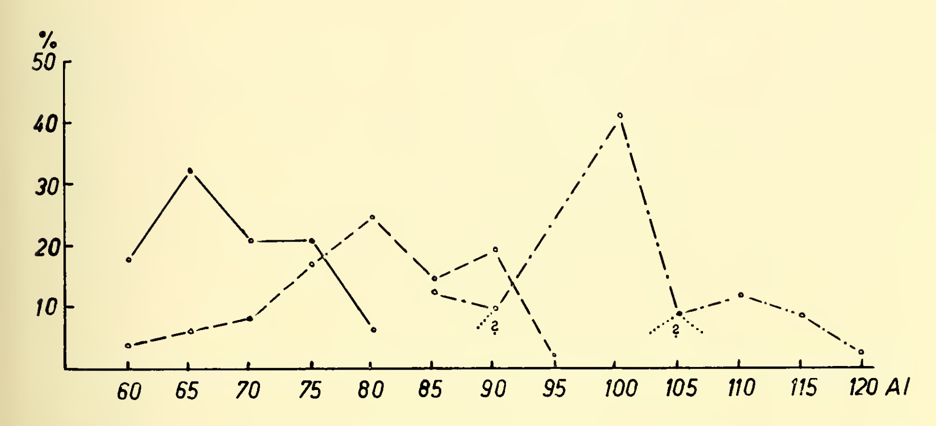


Abb. 3: Häufigkeit in % der Augenindices in Klassen der geographischen Breite. Ausgezogene Linie: 38—43°, gestrichelte Linie: 44—49°, strichpunktierte Linie: 50—55°. Die mit ? versehenen Orte weisen auf wahrscheinliche Grenzen, die bei der rechten Kurve *stetinensis* und *viadrina* unterscheidet.

Die südliche Gruppe kann nochmals in zwei Untergruppen geteilt werden, wie die Auswertung der Mittelwerte mit Überprüfung der Signifikanz der Unterschiede zeigt. Trägt man die Häufigkeitswerte geographisch gruppiert nach dem Augenindex entsprechend TAYLOR (1965) in ein Diagramm ein, so erhält man zwei Kurven (Abb. 3). Das ist einmal in der Augengröße begründet, zeigt zweitens geographische Abhängigkeit und drittens ökologische und ethologische Unterschiede. Letztere bestehen darin, daß die südmitteleuropäische Untergruppe abends fliegt und in Feuchtgebieten lebt, während die zweite Untergruppe des Balkan und Anatoliens nachts fliegt und auf Steppen lebt. Dafür spricht, daß die Tiere Zentralungarns (Steppentiere!) zur Balkangruppe gehören und von der Wiener Nominatform signifikant verschieden sind, während die Tiere vom Plattensee (Feuchtgebiet) von den Wiener Tieren nicht unterscheidbar sind und zur südmitteleuropäischen Untergruppe gehören. Die Grenzlinie zwischen den beiden Untergruppen kann, wie die Karte zeigt (Abb. 4), durch den Balkan über die südliche UdSSR bis zum Kaukasus verfolgt werden.

Eine ähnliche Zweiteilung kann auch für die nördliche Gruppe erfolgen, wie die Verteilung der Indices zeigt. Diese Teilung ist aber weniger breitenabhängig, sondern eher in West-Ost-Richtung verteilt. So finden wir im Gebiet zwischen Elbe

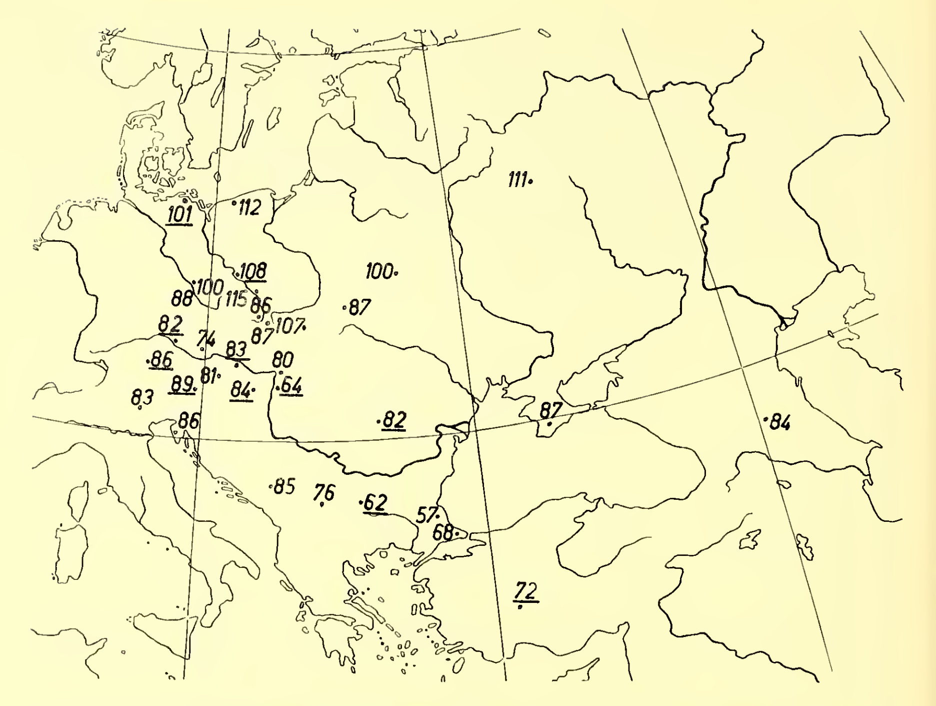


Abb. 4: Karte mit Verteilung der Augenindices (AI · 100). (Westermanns Umrißkarten, Europa). Mittelwerte sind unterstrichen.

und Oder von Sachsen bis zur Ostseeküste eine Untergruppe, während eine zweite von Pommern und der Oder bis gegen Moskau reicht. Die Grenzen im Osten sind leider nicht bekannt, da Material fehlt, was auch für die südliche Gruppe gilt. Für den genetischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Untergruppen liegen Ergebnisse von Urbahn (1972) vor, die auf gute Kreuzbarkeit schließen lassen. Für die Kreuzbarkeit der übrigen Gruppen liegen leider noch keine Ergebnisse vor.

Als Grund für die Entstehung der Gruppen und Untergruppen müssen historische und ökologische Ursachen angenommen werden. So kann man annehmen, daß die Flugzeit je nach geographischer Lage in die klimatisch günstigste Tageszeit verlegt wird, in den nördlicheren Feuchtgebieten auf den Nachmittag und Abend, da nachts ungünstige Temperaturen herrschen, in den südlicheren Steppengebieten dagegen in die Nacht mit günstigeren Temperaturen. Damit wird auch die Augengröße abgestimmt, die der jeweiligen vorhandenen Lichtmenge während der Aktivitätszeit entspricht.

Während einer der Eiszeiten müssen die beiden Gruppen getrennt worden sein. Die südliche zog sich nach Südost zurück, die nördliche muß refugial in Osteuropa zurückgeblieben sein. Bei der nacheiszeitlichen Rückwanderung erreichte die südliche Gruppe das südöstliche Mitteleuropa einschließlich Norditalien, ist aber nicht nach Nordwesteuropa vorgedrungen, sichere Funde von dort fehlen. Dagegen kam es in Nordböhmen und der südlichen UdSSR zu einem Aufeinandertreffen der beiden

Gruppen, das aber ohne Folgen blieb, da entweder schon eine ausreichende genetische Isolierung besteht, oder die tageszeitliche Isolierung ausreichend ist.

In diesem Zusammenhang ist noch eine weitere Art erwähnenswert, nämlich *Megalophanes turatii* (Staudinger) aus der Lombardei, die dort endemisch ist durch eiszeitliche Isolation. Es gibt keinen Hinweis auf Beziehungen zur norditalienischen *viciella*, die wohl westlich des Gardasees nicht mehr vorkommt.

6. Taxonomische Ergebnisse

Die Teilung in zwei Gruppen mit vier Untergruppen hat nomenklatorische Konsequenzen. Das älteste Taxon ist *viciella* und davon ausgehend müssen alle weiteren Taxa eingeordnet werden.

1. *Megalophanes v. viciella* ([Denis und Schiffermüller], 1775)

Ank. Verz. Schmett. Wiener Gegend, pp 133, 288, t. 1a, 1b, f. 7.

Für sie gelten folgende Meßwerte: Mittelwert der Flügelspannweite x = 20,54 mm, s = 1,00, n = 9. Variationsbreite (im Gesamtareal) 18—22 mm. Augenindex x = 83,4, s = 5,4, n = 8. Variationsbreite 77—91. Augenfläche Variationsbreite 227—380. Flugzeit abends. Morphologische Merkmale und Abbildungen bei Urbahn (1972).

Verbreitung: Österreich, Bayern nordwärts bis mindestens zur Donau, Böhmen und Mähren, Sachsen, Oberschlesien, südliche UdSSR, Rumänien, Ungarn, Slovenien und Norditalien.

2. *Megalophanes viciella orientalis* ssp. n.

Diese Unterart unterscheidet sich durch folgende Daten von der Nominatform. Mittelwert der Flügelspannweite x = 21,94, s = 0,62, n = 5. Variationsbreite 19—22,7 mm. Augenindex x = 72,0, s = 5,5, n = 23. Variationsbreite 57—83. Augenfläche Variationsbreite 346—380. Die Flugzeit ist nachts und die Tiere werden am Licht gefangen.

Verbreitung: Anatolien, Rumänien, Bulgarien, Serbien, Herzegowina und Zentralungarn.

Holotypus: ♂, Asia min. c., Ak-Chehir, 16.—28. Juni, Coll. Wagner (ZSM), Paratypen, mehrere ♂, gleicher Fundort (ZSM, NHMW, LNK, MAKB und Coll. Hättenschwiler).

3. *Megalophanes stetinensis* (Hering, 1846), stat. n., comb. n.
Stett. Ent. Ztg. 7: 227.

Dieses Taxon bildet mit *viadrina* eine Art und erhält daher aus Prioritätsgründen den neuen Status. Es unterscheidet sich von *viciella* durch die angegebenen Meßwerte, durch die Flugzeit und durch die Verbreitung. Morphologische Merkmale und Abbildungen bei Urbahn (1972).

Flügelspannweite Variationsbreite 18—20. Augenindex Variationsbreite 90 bis 105. Augenfläche Variationsbreite 188—240. Flugzeit nachmittags. Die Zuchtversuche Urbahn's mit *viadrina* weisen auf die Artzusammengehörigkeit.

Verbreitung: Von Nordböhmen und Sachsen nordwärts bis zur Ostsee östlich der Elbe. Tiere aus der Ukraine und der Umgebung Moskaus sind ähnlich, aber von zu geringer Zahl, als daß sie sicher beurteilt werden könnten.

4. *Megalophanes stetinensis viadrina* (Staudinger, 1871) stat. n., comb. n.
Cat. Lep. Europ. Faunengeb., p 62.

Als jüngeres Taxon muß es den Status einer Subspezies erhalten. — Mittelwert der Flügelspannweite x = 17,7, s = 1,08, n = 17. Variationsbreite 16,7—19,6. Augenindex Variationsbreite 100—125. Augenfläche Variationsbreite 165—240. Morphologische Merkmale und Abbildungen bei Urbahn (1972).

Verbreitung: Von Oberschlesien vermutlich bis Pommern. Alle übrigen Angaben, wie die aus Kozhantshikov (1956) für Südrußland, Slovenien, Ungarn, Rumänien, Ostalpen u. a., beruhen auf Fehlbestimmungen und beziehen sich meist auf gezüchtete *viciella,* die kleiner und dunkler sind und dadurch *viadrina* oberflächlich ähneln, durch ihren charakteristischen Augenindex aber deutlich verschieden sind.

Das Gesamtverbreitungsgebiet ergibt sich in folgenden Grenzen: Gardasee — Stralsund — Ostseeküste — Estland — Ural — Kaukasus — Anatolien — Balkan — Norditalien. Funde aus Schweden, Benelux, NW-Deutschland und Frankreich sind ungesichert und Meldungen aus Gebieten östlich des Ural beziehen sich wahrscheinlich auf andere Arten.

7. Literatur

Bourgogne, J. 1965: Une Espèce Éthiopienne nouvelle observé sur Cacaoyer. Ann. Soc. ent. France (N. S.) **1**: 137

David 1954: siehe Sachs

Dierl, W. 1970: Flugzeit und Augengröße als systematisches Merkmal der Psychidae. Mitt. Münch. Ent. Ges. **59**: 168—173

Kozhantshikov, I. V. 1956: Psychidae in Fauna der UdSSR, III, **2**: 424—431

Sachs, L. 1968: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin

Schätz, W. 1955: Beobachtungen an *Psyche viciella* Schiff. Nachrbl. Bayer. Ent. **4**: 1—6

Taylor, B. J. R. 1965: The Aanalysis of Polymodal Frequency Distributions. J. Anim. Ecol. **59**: 168—173

Urbahn, E. und H. 1972: Zur Artunterscheidung in der Gattung *Psyche* Schrank (1802). Mitt. Münchn. Ent. Ges. **62**: 49—65

Weber, E. 1967: Grundriß der biologischen Statistik. Stuttgart.

Weir 1960: siehe Sachs

Anschrift des Verfassers:
Dr. Wolfgang Dierl, Entomologische Abteilung, Zoologische Staatssammlung
Maria-Ward-Straße 1 b, D-8000 München 19

Angenommen am 14. Juni 1977